

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Patentschrift
10 DE 100 31 203 C 2

51 Int. Cl.⁷:
G 01 M 13/00
G 01 M 3/28
G 01 M 19/00
F 02 M 65/00

21 Aktenzeichen: 100 31 203.9-51
22 Anmeldetag: 27. 6. 2000
43 Offenlegungstag: 24. 1. 2002
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 27. 6. 2002

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:
Siemens AG, 80333 München, DE

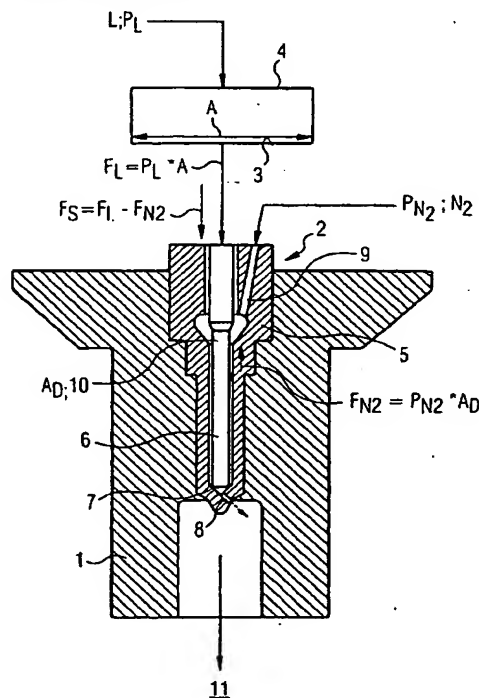
72 Erfinder:
Fath, Andreas, Dr., 93059 Regensburg, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 37 25 052 C2
DE 33 15 503 C1
DE 31 20 044 C2
WO 98 24 014 A1

54 Verfahren und Vorrichtung zur Dichtheitsprüfung von Einspritzventilen

57 Verfahren zur Dichtheitsprüfung eines Einspritzventils (2), mit einem Ventilkörper (5), in dem eine Ventilnadel (6) dichtend geführt und ein Kraftstoffzulauf (9) vorgesehen sind, wobei die Ventilnadel (6) eine Druckstufe (10) und der Ventilkörper (5) einen Ventilsitz (7) aufweist, der Düsenöffnungen (8) beherrscht, wobei die Dichtheitsprüfung pneumatisch erfolgt, und wobei pneumatisch eine Schließkraft (F_S) als Differenz einer den Ventilsitz (7) belastenden Druckkraft (F_L) und einer die Druckstufe (10) belastenden Gegenkraft (F_{N2}) erzeugt wird.



DE 100 31 203 C 2

BEST AVAILABLE COPY

DE 100 31 203 C 2

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Dichtheitsprüfung von Einspritzventilen.

[0002] Die Dichtheit der Einspritzventile ist eine wesentliche Voraussetzung für die Funktionstüchtigkeit des Dieselmotors. Dies gilt insbesondere für Common-Rail-Einspritzsysteme, die im Gegensatz zu Systemen mit periodischem Druckaufbau permanent unter dem jeweiligen Spitzendruck stehen. Undichte Einspritzventile bedingen erhöhten Kraftstoffverbrauch und hohe Abgasmissionen und können zu Motorschäden durch "Dieselschlag" führen. Deshalb ist eine Dichtheitsprüfung der Einspritzventile dringend erforderlich.

[0003] Die Dichtheitsprüfung wurde bisher hydraulisch vorgenommen. Dabei wird das Einspritzventil an einen Düsenfederhalter bzw. einen Injektor montiert und an eine regelbare Druckölversorgung angeschlossen. Nach Ermittlung des Öffnungsdrucks des Einspritzventils wird dessen hydraulische Leckage bei Drücken bestimmt, die unterhalb des Öffnungsdrucks liegen. Bei der Bestimmung der Leckagemenge wird die Anzahl der Tropfen gezählt, die pro Minute von der Düsen Spitze abfallen.

[0004] Nachteilig an diesem Verfahren ist der hohe, durch den Öffnungsdruck vorgegebene Prüfdruck. Dieser erfordert eine feinst bearbeitete Dichtfläche am Einspritzventilkörper, die bei der für das Dichtsein erforderlichen hohen Flächenpressung empfindlich gegen Verunreinigungen ist. Außerdem sind das Abdichten und eine Automatisierung, so wie das Tropfenzählen umständlich und zeitaufwendig.

[0005] Die DE 33 15 503 C1 beschreibt eine Testeinrichtung für Hochdruckeinspritzventile, bei der die Funktionsweise eines Einspritzventils über ein Testöl überprüft wird. Das Testöl wird dabei von einer Gasdruckquelle mit Zulauf zum Einspritzventil dekodiert.

[0006] Die DE 37 25 052 C2 beschreibt eine Vorrichtung zur Ermittlung der Leckluftmenge von Einspritzventilen. Dabei wird ein elektrisch ansteuerbares Einspritzventil im Kraftstoffzulauf mit Druckluft versorgt. Die Austrittsöffnungen des Einspritzventils sind mit einer Messkammer und einem Messglas verbunden. Bei der Prüfung der Dichtheit des Dichtsitzes des Einspritzventils wird die Druckluft über den Kraftstoffzulauf in das Einspritzventil gedrückt und die über die Austrittsöffnung entweichende Druckluftmenge erfasst.

[0007] Aus der WO 98/24014 A1 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Prüfung und/oder Einstellung von Ventilen bekannt, bei der ein Einspritzventil über die Einspritzöffnung mit einem gasförmigen Medium beaufschlagt wird. Das Einspritzventil wird über einen Elektromagneten angesteuert und der Durchfluss des gasförmigen Mediums bei geöffnetem Einspritzventil gemessen.

[0008] Aus der DE 31 20 044 C2 ist eine Kraftstoffeinspritzdüse für Brennkraftmaschinen bekannt.

[0009] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Verfahren zur pneumatischen Dichtheitsprüfung bereitzustellen, mit dem auf einfache Weise eine bessere Überprüfung der Dichtung möglich ist.

[0010] Die Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche 1 und 6.

[0011] Der Vorteil der pneumatischen Dichtheitsprüfung liegt in der geringeren Viskosität des Prüf gases im Vergleich zum Prüf öl. Das Prüf gas hat bei Undichtheit des Einspritzventils trotz eines gegenüber dem Prüf öldruck niedrigen Prüf drucks einen wesentlich größeren Volumenstrom zur Folge. Dadurch wird die Messempfindlichkeit erhöht und die Taktzeit bei einer serienmäßigen Überprüfung der Dichtheit reduziert. Außerdem wird die Gefahr einer Beschädi-

gung der Dichtfläche des Ventilkörpers verringert, da die Dichtfläche zum Abdichten des Anschlusses des Kraftstoffzulaufs nur eine geringe Flächenpressung einer Gummidichtung erfährt.

[0012] Da die Dichtheitsprüfung durch pneumatisches Erzeugen einer Schließkraft F_S als Differenz einer den Ventilsitz belastenden Druckkraft F_L und einer die Druckstufe belastenden Gegenkraft F_{N2} sowie durch objektives Messen des dabei auftretenden Leakagestroms erfolgt, ist ein einfaches Handling mit kurzen Messzeiten ermöglicht. Außerdem ist eine Reihe zu der Schließkraft problemlos zu verwirklichen. Die Messung des Leakagestroms verläuft unabhängig von den Messenden und erreicht dadurch exakte, reproduzierbare Ergebnisse.

[0013] Die Variation der Schließkraft F_S ist z. B. dadurch möglich, dass die den Ventilsitz belastende Kraft F_L durch einen einstellbaren Gasdruck p_L und die die Druckstufe belastende Kraft F_{N2} durch einen konstanten Gasdruck p_{N2} erzeugt werden.

[0014] Die Dichtheit eines Einspritzventils und damit der Leakagestrom hängen stark von der Schließkraft F_S ab. Bei höherer Schließkraft F_S tritt kein oder ein nur geringer Leakagestrom auf. Dieser steigt zunächst bei Reduzierung der Schließkraft F_S leicht und bei Annäherung an deren Nullwert exponentiell an. Diese Abhängigkeit ist bei allen Einspritzventilen prinzipiell gleich. Es gibt demnach keinen grundsätzlichen Unterschied zwischen dichten und undichten Einspritzventilen. Je niedriger die Schließkraft F_S ist, desto mehr divergieren die Messwerte der einzelnen Einspritzventile. Die für die Dichtheitsprüfung optimale Schließkraft F_S ist die, bei der sich die Leakageströme der einzelnen Einspritzventile hinreichend unterscheiden, aber sich noch innerhalb des Messbereichs eines Leakagemessgeräts befinden.

[0015] Der bei der optimalen Schließkraft F_S noch zulässige Leakagestrom ist durch Motormesswerte (z. B. Kraftstoffverbrauch, Schadstoffemission) empirisch festgelegt.

[0016] Eine erhebliche Vereinfachung und Verkürzung der Dichtheitsprüfung der Einspritzventile wird dadurch erreicht, dass die Dichtheitsprüfung des Ventilsitzes und eine Messung der Nadelführungsleckage in nur einer Anlage durchgeführt werden.

[0017] Eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 besteht darin, dass die Ventilnadel von der Kraft F_L eines in einem Pneumatikzylinder angeordneten Pneumatikkolbens beaufschlagbar und der Kraftstoffzulauf mit einer Druckgasquelle N_2 verbindbar ist, während die Düsenöffnungen mit einem Dichtmessgerät in Strömungsverbindungen stehen. Auf diese Weise kann die Belastung der Ventilnadel und damit die Schließkraft F_S rasch und einfach variiert werden. Die Leakagemessung mittels Dichtmessgeräts führt zu exakten und rasch verfügbaren Messwerten.

[0018] Es ist von Vorteil, dass die Druckgasquelle N_2 ein Stickstoffbehälter ist, dessen Druck über einen Druckminderer auf vorzugsweise 20 bar reduziert ist. Flaschenstickstoff bietet den Vorteil, dass sein Feuchtigkeitsgehalt nahezu 0 und der Druck ausreichend hoch ist, um dessen reduzierten Wert über längere Zeit konstant zu halten. Der gewählte Wert von 20 bar ist ausreichend, um bei Undichtheit einen für die Volumenmessung hinreichend großen Volumenstrom zu erzeugen.

[0019] Dadurch, dass der Pneumatikzylinder mit Druckluft L von variierbaren Druck p_L beaufschlagbar ist, kann die Belastung, der Ventilnadel und damit die Schließkraft frei gewählt werden.

[0020] Das Differenzdruckmessgerät liefert auch bei kleinen Leakageströmen genaue Messwerte. Der sich dabei ein-

stellende Gegendruck ist, bezogen auf den Prüfdruck, vernachlässigbar klein und beeinflusst das Messergebnis nicht. [0021] In der einzigen Figur ist eine Prüfvorrichtung für die Dichtheit eines Einspritzventil nach der Erfindung schematisch dargestellt.

[0022] Die einzige Figur zeigt einen Prüfstand für die Dichtheitsprüfung von Einspritzventilen. Dieser weist eine Einspannvorrichtung 1 auf, in die das zu prüfende Einspritzventil 2 eingespannt wird. Außerdem ist eine Druckluftversorgung mit Druckluft L von einstellbarer Druckhöhe p_L und eine Prüfgasversorgung mit Druckstickstoff N_2 mit konstanter Druckhöhe p_{N_2} von 20 bar vorgesehen. Druckstickstoff wird wegen seines geringen Feuchtigkeitsgehalts verwendet, um Korrosion im zu prüfenden Einspritzventil zu verhindern.

[0023] Mit der Druckluft L wird der Pneumatikkolben 3 eines Pneumatikzylinders 4 beaufschlagt. Aus dem Produkt der Druckhöhe p_L und der Kolbenfläche A des Pneumatikkolbens 3 wird die Druckkraft F_L gebildet, mit der eine in einem Ventilkörper 5 geführte Ventilnadel 6 auf einen Ventilsitz 7 gedrückt wird, wobei Düsenöffnungen 8 abgedichtet werden.

[0024] Die Zufuhr von Druckstickstoff N_2 in das Einspritzventil 2 erfolgt über einen Kraftstoffzulauf 9. Der Druck p_{N_2} des Druckstickstoffs N_2 lastet auf der Fläche A_D der Druckstufe 10 der Ventilnadel 6. Das Produkt des Drucks p_{N_2} und der Fläche A_D führt zu der auf der Druckstufe 10 wirkenden Gegenkraft F_{N_2} , die die Druckkraft F_L zur Schließkraft F_S reduziert. Die Schließkraft F_S bewirkt das Schließen des Ventilsitzes 7 des Einspritzventils 2.

[0025] Bei undichtem Ventilsitz 7 gelangt der am Ventilsitz 7 mit dem Prüfdruck p_{N_2} anliegende Druckstickstoff N_2 durch die Düsenöffnungen 8 zu einem Dichtheitsmessgerät 11. Dieses ist als Differenzdruckmessgerät ausgebildet. Da dessen Druckanstieg während der Dichtheitsmessung minimal ist, bleibt das der Dichtheitsprüfung zugrundeliegende Druckgefälle praktisch konstant.

[0026] Die Vorrichtung nach der Erfindung funktioniert folgendermaßen:

Nach Einspannen des Prüflings in die Einspannvorrichtung 1 wird die Ventilnadel 6 durch den Pneumatikkolben 3 des Pneumatikzylinders 4 auf den Ventilsitz 7 gedrückt. Aufgrund der Größe der Fläche A des Pneumatikkolbens 3 und der Fläche A_D der Druckstufe 10 des Einspritzventils 2 besteht Gleichgewicht zwischen der auf dem Pneumatikkolben 3 wirkenden Kraft F_L und der auf die Druckstufen wirkenden Kraft F_{N_2} bei einem vorgebbaren Luftdruck p_L und einem Prüfdruck p_{N_2} im Bereich von 20 bar. In diesem Fall ist die Schließkraft $F_S = 0$. Da die Leckageströme kurz vor dem Öffnen des Einspritzventils besonders groß sind und dadurch eine gute Unterscheidung der einzelnen Prüflinge ermöglichen, ist der Luftdruck p_L auf 0,8 bar festgelegt. Nach Aufbringen des Prüfdrucks p_{N_2} von 20 bar wird der Leckagestrom mit dem Dichtheitsmessgerät 11 gemessen. Liegt dieser unter einem vorgegebenen Grenzwert pro Minute, wird das Einspritzventil 2 als dicht erklärt, liegt er über dem vorgegebenen Grenzwert pro Minute, gilt das Einspritzventil 2 als undicht.

[0027] Das Verfahren zur Dichtheitsprüfung von Einspritzventilen nach der Erfindung ist einfach zu handhaben, liefert schnell genaue Ergebnisse und schont den Prüfling und ist einfach zu automatisieren.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Dichtheitsprüfung eines Einspritzventils (2), mit einem Ventilkörper (5), in dem eine Ventilnadel (6) dichtend geführt und ein Kraftstoffzu-

lauf (9) vorgesehen sind, wobei die Ventilnadel (6) eine Druckstufe (10) und der Ventilkörper (5) einen Ventilsitz (7) aufweist, der Düsenöffnungen (8) beherrscht, wobei die Dichtheitsprüfung pneumatisch erfolgt, und wobei pneumatisch eine Schließkraft (F_S) als Differenz einer den Ventilsitz (7) belastenden Druckkraft (F_L) und einer die Druckstufe (10) belastenden Gegenkraft (F_{N_2}) erzeugt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein auftretender Leckagestrom gemessen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die den Ventilsitz (7) belastende Kraft (F_L) durch einen einstellbaren Gasdruck (p_L) und die die Druckstufe (10) belastende Gegenkraft (F_{N_2}) durch einen konstanten Gasdruck (p_{N_2}) erzeugt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Festlegung der für die Dichtheitsprüfung optimalen Schließkraft (F_S) und des dabei zulässigen Leckagestroms empirisch erfolgen.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtheitsprüfung des Ventilsitzes (7) und einer Messung der Nadelführungsleckage in nur einer Anlage durchgeführt werden.

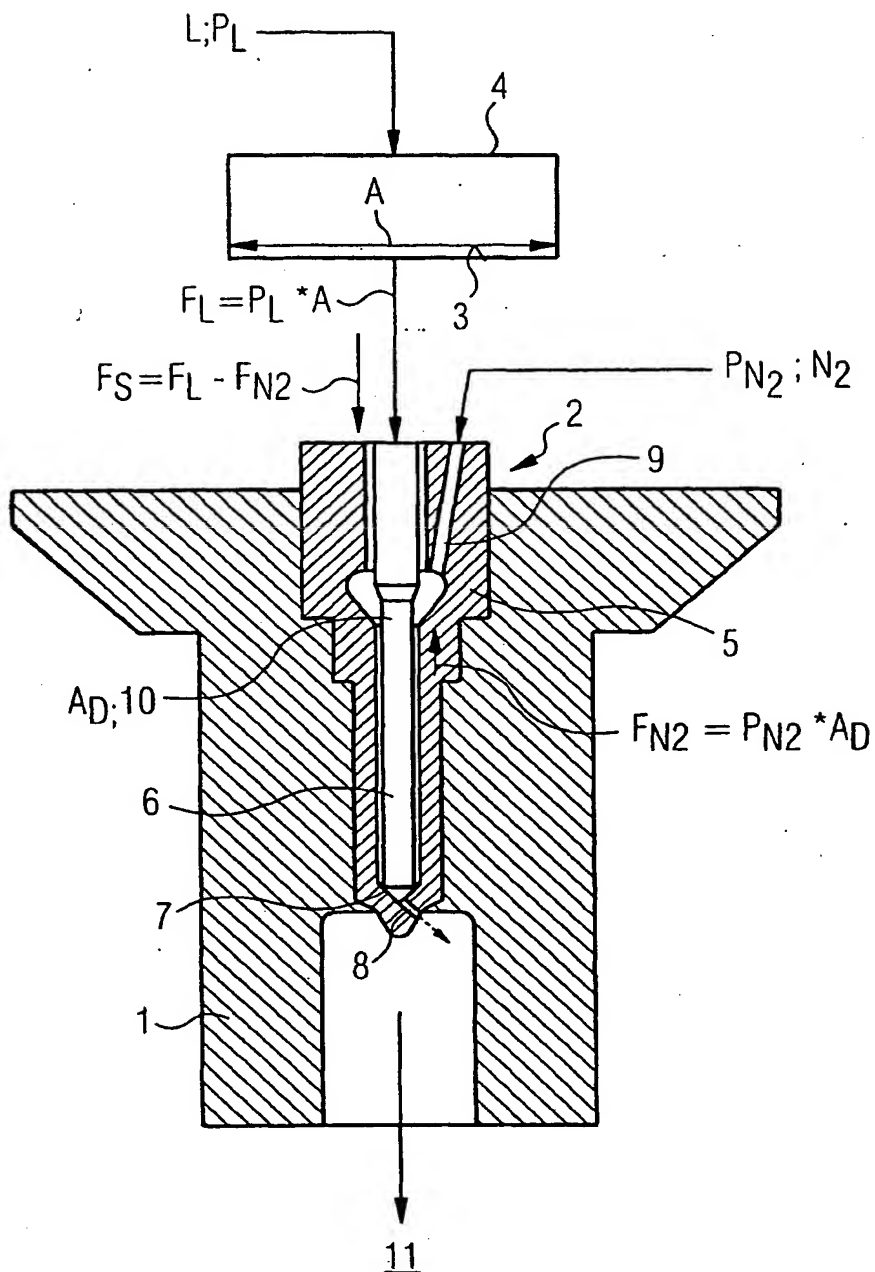
6. Vorrichtung, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, mit einem Einspritzventil (2), dass einen Ventilkörper (5) aufweist, in dem eine Ventilnadel (6) dichtend geführt und ein Kraftstoffzulauf (9) vorgesehen sind, wobei die Ventilnadel (6) eine Druckstufe (10) und der Ventilkörper (5) einen Ventilsitz (7) aufweist, der Düsenöffnungen (8) beherrscht, wobei weiter die Ventilnadel (6) von der Kraft (F_L) eines in einem Pneumatikzylinder (4) angeordneten Pneumatikkolbens (3) beaufschlagbar ist und der Kraftstoffzulauf (9) mit einer Druckgasquelle (N_2) verbindbar ist, während die Düsenöffnungen (8) mit einem Dichtheitsmessgerät (11) in Strömungsverbindungen stehen.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckgasquelle (N_2) ein Stickstoffbehälter ist, dessen Druck über einen Druckminderer vorzugsweise auf einen Prüfdruck (p_{N_2}) von 20 bar reduziert ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Pneumatikzylinder (4) mit Druckluft (L) von variierbarem Druck (p_L) beaufschlagbar ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Dichtheitsmessgerät (11) vorzugsweise ein Differenzdruckmessgerät ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen



BEST AVAILABLE COPY

Leakage test unit for diesel injectors has pneumatic cylinder and pressure sensor

Publication number: DE10031203

Publication date: 2002-01-24

Inventor: FATH ANDREAS (DE)

Applicant: SIEMENS AG (DE)

Classification:

- international: F02M65/00; G01M3/28; F02M65/00; G01M3/28; (IPC1-7); G01M13/00; F02M65/00; G01M3/28; G01M19/00

- european: F02M65/00; G01M3/28E

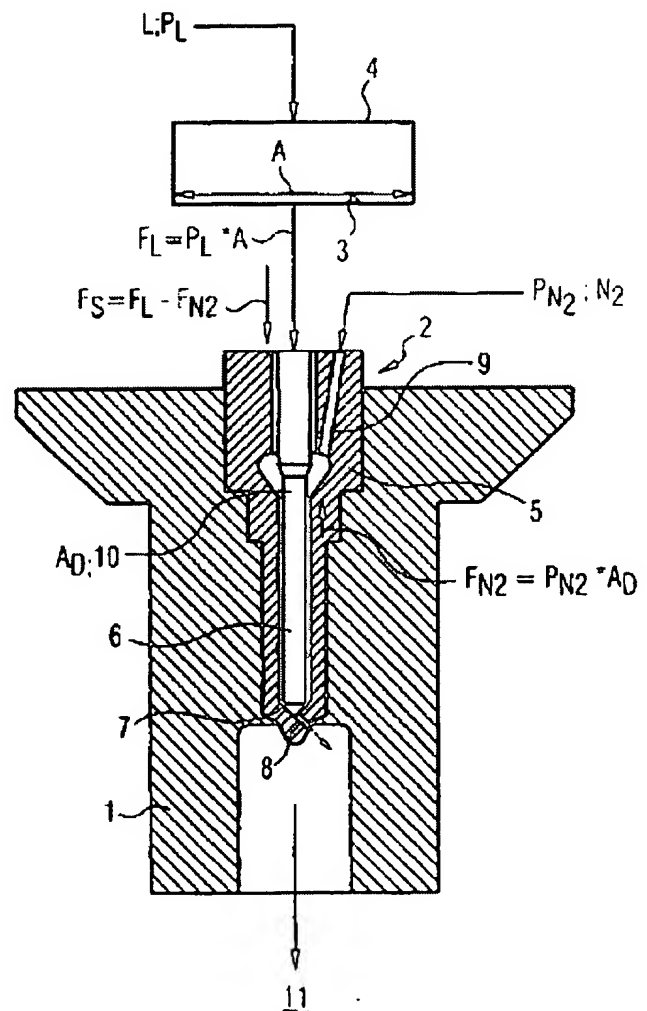
Application number: DE20001031203 20000627

Priority number(s): DE20001031203 20000627

Report a data error here

Abstract of DE10031203

A leakage test unit has a connection to a pneumatic cylinder (4) with compressed gas (N₂) at the fuel inlet and a connection to a pressure sensor (11) after the nozzle (8) opening so that the force difference on the unit (F_s) corresponds to the leakage rate.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)